



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を少なくとも第1および第2の撮像装置で撮像して得られる第1および第2の画像のエビポーラインを合わせるに当たり、

第2の画像を複数の加工条件で加工して複数種類の加工画像を作成する処理と、

前記複数種類の加工画像をそれぞれ、前記第1の画像（基準画像）との対応点探索を、少なくとも2通りの探索条件によりそれぞれ行う処理と、

前記複数種類の加工画像ごとに前記少なくとも2通りの探索条件による探索結果を統合して、前記複数種類の加工画像ごとの最終探索結果を得る処理と、

前記複数種類の加工画像ごとに、前記最終探索結果で対応点と決定された画素それぞれについて基準画像の画素との特徴差をそれぞれ求めかたず特徴差に基づいて前記複数の加工条件の評価パラメータを得る処理と、  
該評価パラメータに基づいて、前記複数の加工条件の中からエビポーララインが合ったとみなせる画像を与える好適加工条件を選択する処理と、

前記第2の手段で今後撮像される画像を、前記好適加工条件により加工し、該加工した画像を前記第2の画像とみなす処理とを含むことを特徴とするエビポーラインの合わせ方法（ただし、前記複数種類の加工画像には、加工なしの第2の画像を含む場合がても良い。）。

【請求項2】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

前記少なくとも2通りの探索条件が、

探索対象の画像の第1の端点から第2の端点に向かって順次対応点を探索する条件と、前記第2の端点から前記第1の端点に向かって順次対応点を探索する条件との、2つの条件であることを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項3】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

前記対応点探索と、前記複数種類の加工画像および基準画像のそれぞれの一部である複数ラインについてのみを行うことを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項4】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、前記対応点探索と、前記複数種類の加工画像および基準画像のそれぞれの一部である複数ラインについてのみ行うことを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項5】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、前記基準画像および前記複数種類の加工画像それぞれから1又は複数のラインの特徴差に基づいて得ることを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項6】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、前記基準画像および前記複数種類の加工画像それぞれから1又は複数の輝度レベルごとの標本画像を得る処理をさらに含み、  
これら標本画像に対して、前記対応点探索を行うことを

特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項6】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、前記複数種類の加工画像それぞれから、少なくとも前記被写体と前記第1および第2の撮像装置との距離が第1の距離範囲とみなせる画像部分および該第1の距離範囲より近い第2の距離範囲とみなせる画像部分をそれぞれ選択する処理と、  
前記評価パラメータとして、前記第1の距離範囲とみなせる画像部分から第1の評価パラメータを求める、前記第2の距離範囲とみなせる画像部分から第2の評価パラメータを求める、

該第1の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を回転移動させる加工に好ましい加工条件を選択し、前記第2の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を平行移動させる加工に好ましい加工条件を選択して、これらから前記好適加工条件を決めることを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項7】 請求項6に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

前記対応点探索で求まった各対応点から誤差をそれぞれ求め、

該求めた誤差に基づいて、前記基準画像および前記複数種類の加工画像それぞれから、前記第1および第2の距離範囲とみなせる画像部分をそれぞれ選択することを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項8】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

前記第2の撮像装置で次々撮像される画像を前記選択された好適加工条件で次々加工し、そして、該加工画像と基準画像とで対応点探索を進める際に、  
対応点探索精度に関する何らかのパラメータを監視し、該パラメータが閾値より悪化した場合、請求項1のエビポーラインの合わせ方法を実施して前記好適加工条件の再選択することを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項9】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

前記合わせ方法を、決められた画像枚数ごとに実施することを特徴とするエビポーラインの合わせ方法。

【請求項10】 請求項1に記載のエビポーラインの合わせ方法において、

請求項3に記載の、前記複数ラインについてのみ対応点探索をする処理と、  
請求項4に記載の、前記複数ラインについてのみ対応点探索をする処理および該複数のラインのうち、対応点探索結果の良好な1又は複数のラインの特徴差に基づいて評価パラメータを得る処理と、  
請求項5に記載の、標本画像を得る処理および該標本画像に対して対応点探索を行う処理からなる処理と、

請求項6に記載の、少なくとも第1の距離範囲および第2の距離範囲とみなせる画像部分をそれぞれ選択する処理、前記第1および第2の評価パラメータを求める処理、およびこれら評価パラメータに基づいて前記好適加工条件を決める処理と、  
請求項8に記載の、前記何らかのパラメータを監視しつゝ、該パラメータが閾値より悪化した場合に前記好適加工条件の再選択する処理とのうちの、  
少なくとも2つの処理を含むことを特徴とするエビポーラライインの合わせ方法。

【請求項1】 被写体を撮像するための少なくとも第1および第2の撮像装置と、前記第1の撮像装置で撮像した第1の画像と前記第2の撮像装置で撮像した第2の画像との対応点を少なくとも探索する第1の対応点探索装置とを具えるステレオ画像装置において、  
前記第2の撮像を任意の複数の加工条件で加工して複数種類の加工画像を作成する加工装置と、  
前記複数種類の加工画像それぞれと、前記第1の画像（基準画像）との対応点探索を、少なくとも2通りの探索条件によりそれぞれ行い、かつ、前記複数種類の加工画像ごとに前記少なくとも2通りの探索条件による探索結果を統合して、前記複数種類の加工画像ごとの最終探索結果を得る第2の対応点探索装置と、  
前記複数種類の加工画像ごとに、前記最終探索結果で対応点と決定された画像それぞれについて基準画像の画素との特徴差をそれぞれ求めかつ該特徴差に基づいて前記複数の加工条件の評価パラメータを得る評価パラメータ算出装置と、  
該評価パラメータに基づいて、前記複数の加工条件の中からエビポーラライインが合ったとみなせる画像を与える好適加工条件を選択する加工条件選択装置と、  
エビポーラライインの合わせ動作時は、前記画像加工装置の加工条件を前記任意の複数の加工条件に設定し、エビポーラライインの非合わせ動作時は、前記画像加工装置の加工条件を前記好適加工条件に設定する、加工条件設定装置とを含むエビポーラライイン合わせ装置を具えることを特徴とするステレオ画像装置（ただし、前記複数種類の加工画像には、加工なしの第2の画像を含む場合があっても良い。）。

【請求項12】 請求項1に記載のステレオ画像装置において、  
前記第2の対応点探索装置は、  
探索対象の画像の第1の端点から第2の端点に向かって順次に対応点を探索する条件と、前記第2の端点から前記第1の端点に向かって順次に対応点を探索する条件との、2つの条件で対応点探索をする装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項13】 請求項1に記載のステレオ画像装置において、  
前記複数種類の加工画像および基準画像それから、

画像の一部分である複数ライン分の画像を選択して前記第2の対応点探索装置に送る画像選択装置をさらに具え、  
前記第2の対応点探索装置は、該画像選択装置から送られる画像に対して対応点探索をする装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項14】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、

前記複数種類の加工画像および基準画像それから、  
画像の一部分である複数ライン分の画像を選択して前記第2の対応点探索装置に送る画像選択装置をさらに具え、

前記第2の対応点探索装置は、該画像選択装置から送られる画像について、前記複数ラインのラインごとに対応点探索をする装置であり、

前記評価パラメータ算出装置は、前記対応点探索をした複数のラインのうち、対応点探索結果の良好な1又は複数のラインの特徴差に基づいて評価パラメータを算出する装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項15】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、  
前記基準画像および前記複数種類の加工画像それから同様の1又は複数の輝度レベルごとの標本画像を得る標本画像生成装置をさらに含み、

前記第2の対応点探索装置は、これら標本画像に対して前記対応点探索を行う装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項16】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、  
前記基準画像および前記複数種類の加工画像それから、  
少なくとも前記被写体と前記第1および第2の撮像装置との距離とが第1の距離範囲とみなせる画像部分および該第1の距離範囲より近い第2の距離範囲とみなせる画像部分を選択する遠近画像選択装置をさらに具え、  
前記評価パラメータ算出装置は、前記第1の距離範囲とみなせる画像部分から前記評価パラメータとしての第1の評価パラメータを求める、かつ、前記第2の距離範囲とみなせる画像部分から前記評価パラメータとしての第2の評価パラメータを求める装置であり、

前記加工条件選択装置は、該第1の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を回転移動させる加工に好ましい加工条件を選択し、前記第2の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を平行移動させる加工に好ましい加工条件を選択して、これらから前記好適加工条件を決める装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項17】 請求項16に記載のステレオ画像装置において、  
前記遠近画像選択装置は、

前記対応点探索で求まった各対応点から視差をそれぞれ求め、該求めた視差に基づいて、前記被写体と前記第1

および第2の撮像装置との距離が第1の距離範囲とみなせる画像部分および第2の距離範囲とみなせる画像部分を選択する装置であることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項18】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、前記第2の撮像装置が次々と撮像する画像を前記画像加工装置が前記好適加工条件で加工している場合に動作し、

前記好適加工条件で加工された加工画像と前記基準画像との対応点探索精度に関する何らかのパラメータを監視して、該パラメータが障壁より悪化した場合に、前記エビポーラライン合わせ装置を再起動させる監視・起動装置をさらに具えることを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項19】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、前記エビポーラライン合わせ装置は、決められた画面枚数ごとに動作することを特徴とするステレオ画像装置。

【請求項20】 請求項11に記載のステレオ画像装置において、請求項13に記載の画像選択装置と、請求項14に記載の画像選択装置および評価パラメータ算出装置からなる装置と、請求項15に記載の標本画像生成装置と、請求項16に記載の遠近画像選択装置、評価パラメータ算出装置および加工条件選択装置からなる装置と、請求項18に記載の監視・起動装置のうちの、少なくとも2種の装置を具えることを特徴とするステレオ画像装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ステレオ画像装置の左右画像のエビポーララインを合わせる方法と、その実施に好適なステレオ画像装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 画像入力装置で3次元シーンを理解するためには、距離情報が不可欠である。そこで、様々な距離測定法が考えられている。その中の1つの手法としてステレオ画像法がある（例えば文献1：「画像入力技術ハンドブック」、木内、雄二編、日刊工業新聞社、1992.3.31発行、pp391～392、文献2：「先端画像テクノロジー」、横川、直和ほか、オプトニクス社、平成5年2月20日発行、pp71～72）。ステレオ画像法では、一般に、2台の撮像装置により左画像および右画像を得る。さらに、左右の画像上の対応点探索が行われる。そして、得られた対応点に基づいて三角測量の原理から距離情報が求められる。従って、ステレオ画像法では、対応点探索が重要なとなる。すなわち、対応率を向上

させて、誤対応を減らすことが重要な課題である。

【0003】 対応点探索法として、従来から、種々の方法がある。例えば、文献2中の、（3）式、（4）式などの汎間数を最小化するような誤差間数を求めるなどして、左右画像の対応点を求める方法等である。

【0004】 対応点探索をいかなる方法で行うにしろ、前提として、図1に示したように、左画像L上に点P1が存在しているラインと、右画像R上に、前記点P1に対応する点P'1が存在しているラインとが1つの直線上に並ぶように、両画像L、Rの位置を合わせる必要がある。いわゆる、左画像および右画像のエビポーララインを合わせる必要がある。そうでないと、誤対応が増加したり、または、対応点が得られなくなるからである。

【0005】 左右画像のエビポーララインを合わせるため、一般には、左右のカメラの幾何学的位置合わせ（カメラキャリブレーション）が行われる。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、カメラキャリブレーションを行う場合、カメラの移動自由度は、x、y、zという各方向および $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ という各回転方向にある。このように自由度が多いため、所望のキャリブレーションを行うのは大変に難しく、また、時間がかかるという問題があった。

【0007】 なお、上記のx方向とは水平方向、y方向とは垂直方向、z方向とは、カメラの光軸に平行な方向である。また、 $\alpha$ とはx軸を回転軸とする回転、 $\beta$ とはy軸を回転軸とする回転、 $\gamma$ とはz軸を回転軸とする回転である。

【0008】 また、対応点探索作業開始前に、左右画像のエビポーララインが合うようカメラキャリブレーションを行ったとしても、撮像途中において例えば経時変化によってカメラの位置ずれが生じる、すると、左右画像のエビポーララインが合わなくなる場合がある。その場合は、また、カメラキャリブレーションを行う必要があるが、それも、上記した通り大変である。

【0009】 また、カメラキャリブレーションをするのではなく、測定に用いるカメラから得た左右画像に電子的に例えれば既知であるアフィン変換のような変換を加える方法がある（例えば文献3：情報処理、Vol.3

40, 1, No. 5, May 1990, p. 650～659）。すなわち、測定に用いるカメラで得た画像を、エビポーララインが合って基準ステレオカメラからの画像に相当するよう変換する方法がある。しかし、この方法の場合は、基準ステレオカメラを考慮したり、左右画像の変換が必要なため、必ずしも簡易な方法ではない。

【0010】 従って、簡単な方法で左右画像のエビポーララインを合わせることができる新規な方法が望まれる。また、この方法の実施に好適な装置が望まれる。

##### 【0011】

【課題を解決するための手段】 そこで、この出願に係る

発明者は、左右画像のエビポーララインが合っていれば、対応点の検出率が高くなり、合っていなければ対応点の検出率が下がるという現象に着目した。さらに、左右画像のエビポーララインが合っていれば左右画像の対応点に当たる画素同士の差(特徴差)も小さくなるので、この特徴差に基づく画像の評価パラメータ、例えば画像の各対応点の特徴差を乗せそれらを足した値(特徴差の総和)も、小さくなることに着目した。

【0012】これは、換言すれば、例えば右画像を種々の条件で加工して複数の加工画像を作成する。そして、これら複数種類の加工画像のうち、左画像との特徴差に基づく評価パラメータが最も良かった画面上、左右画像のエビポーララインが合っている画像と見なして良いといえ、この評価パラメータが最も良かった画像の加工条件で、右画像を加工してこれを右画像とみなすと、エビポーララインを合わせたことと等価になると考えられる。

【0013】従って、この出願のエビポーララインを合わせる方法の発明によれば、被写体を少なくとも第1および第2の撮像装置で撮像して得られる第1および第2の画像のエビポーララインを、以下の(a)～(f)の各処理を含む処理により合わせることを特徴とする。

【0014】(a) 第2の画像を複数の加工条件で加工して複数種類の加工画像を作成する処理。ただし、前記複数種類の加工画像には、加工なしの画像すなわち第2の画像を含ませた方がこのましい。第2の画像そのものがエビポーララインが最も合った画像である場合もある得るからである。

【0015】(b) 前記複数種類の加工画像それぞれと、前記第1の画像(基準画像)との対応点探索を、少なくとも2通りの探索条件によりそれぞれ行う処理。

【0016】(c) 前記複数種類の加工画像ごとに前記少なくとも2通りの探索条件による探索結果を統合して、前記複数種類の加工画像ごとの最終探索結果を得る処理。

【0017】(d) 前記複数種類の加工画像ごとに、前記最終探索結果で対応点と決定された画素それぞれについて基準画像の画素との特徴差をそれぞれ求めかつ該特徴差に基づいて前記複数の加工条件の評価パラメータを得る処理。

【0018】(e) 評価パラメータに基づいて、前記複数の加工条件の中からエビポーララインが合ったとみなせる画像を与える好適加工条件を選択する処理。

【0019】(f) 前記第2の手段で今後撮像される画像を、前記好適加工条件により加工し、該加工した画像を前記第2の画像とみなす処理。

【0020】この発明によれば、第2の画像を複数の加工条件で加工し、これら複数の加工条件についての第1画像への対応に関する評価パラメータを求める。次に、この評価パラメータに基づいて好適加工条件を選択す

る。そして、好適加工条件が選択された後は、第2の撮像装置が次々撮像する第2の画像をこの好適加工条件で加工して第2の画像とみなす。そのため、エビポーララインを合わせたと同様な効果が得られる。

【0021】然も、画像の加工、対応点探索、評価パラメータ算出などの各処理は、いずれも、従来公知の方法で簡易に行える。また、対応点探索の処理(b)では少なくとも2通りの探索条件で対応点探索をし、それらの探索結果を統合して最終探索結果としているので、精度良く対応点が求まる(詳細は後述する)。

【0022】このため、この発明の方法によれば、簡単な方法で然も精度良く左右画像のエビポーララインを合わせることができる。

【0023】なお、第2の画像を加工する加工条件は、任意に設定できる。加工画像の数も任意に設定できる。加工画像の例としては、第2の画像を1又は複数の倍率で拡大した画像、第2の画像を1又は複数の倍率で縮小した画像、第2の画像を水平方向に1又は複数の画素分平行移動した画像、第2の画像を垂直方向に1又は複数の画素分平行移動した画像、第2の画像を斜め方向(x、y合成方向)に1又は複数の画素分平行移動した画像、第2の画像を水平軸(x軸)を回転軸として1又は複数の角度回転させた画像、第2の画像を垂直軸(y軸)を回転軸として1又は複数の角度回転させた画像、第2の画像を第2の撮像装置の光軸を回転軸として1又は複数の角度回転させた画像、さらには、第2の画像中の縦り合う2以上の画素鎖を演算処理して新たに作成する画像など、種々の画像とできる。

【0024】また、前記対応点探索を、前記複数種類の加工画像および基準画像のそれぞれの一部である複数ラインについてのみ行っても良い。なぜなら、この発明でいう対応点探索(ステレオ画像装置の発明では第2の対応点探索装置)の目的は、後に評価パラメータを求めることができる程度の情報を得る点にあるので、対応点探索を画像の一部分について行なっても、信頼性のある評価パラメータが得られることが多い。そして、画像の一部分について対応点探索をすれば、画像の全部について対応点探索をする場合に比べ対応点探索処理を簡易にできる。

【0025】また、前記対応点探索を、前記複数種類の加工画像および基準画像のそれぞれの一部である複数ラインについてのみ行い、かつ、前記評価パラメータは、該複数のラインのうち、対応点探索結果の良好な1又は複数のラインの特徴差に基づいて得るようにも良い。なぜなら、被写体によっては、対応点の検出率が極端に悪いラインも生じる。例えば黒い部分が多い被写体からの画像では特徴部分が少ないので、そういうことが生じ易い。そこで、対応点探索をした複数ラインから異常値と思えるラインを除外したうえで、評価パラメータを得るのが好ましい。

【0026】また、このエビポーラインの合わせ方法の発明を実施するに当たり、基準画像および複数種類の加工画像から同様の1又は複数の輝度レベルごとの標本画像を得る処理をさらに実施し、これら標本画像に対して、前記対応点探索を行っても良い。なぜなら、この発明でいう対応点探索（ステレオ画像装置の発明では第2の対応点探索装置）の目的は、後に評価パラメータを求めることができる程度の情報を得る点にあるので、対応点探索を画像のある輝度レベルについて行なっても、信頼性のある評価パラメータが得られることが多い。そして、画像のある輝度レベル部分について対応点探索をすれば、画像の全部について対応点探索をする場合に比べ対応点探索処理を簡易にできる。

【0027】ただし、ここでいう標本画像とは、ある幅の輝度の範囲に含まれる画素を同一輝度の画素として見なしして標本化される画像の場合はも含む。すなまち、例えば、輝度レベルがa1～a5の画素は、輝度レベルa1の画素と見なし、輝度レベルがa6～a10の画素は、輝度レベルa6の画素と見なす等して、標本画像を得る場合も含む。

【0028】また、この発明を実施するに当たり、以下のようにしても良い。先ず、前記基準画像および前記複数種類の加工画像それぞれから、前記被写体と前記第1および第2の撮像装置との距離範囲（例えは深いとみなせる範囲）の画像部分および第2の距離範囲（例えは近いとみなせる範囲）の画像部分をそれぞれ選択する。次に、評価パラメータとして、前記第1の距離範囲の画像部分から第1の評価パラメータを求める、前記第2の距離範囲とみなせる画像部分から第2の評価パラメータを求める。そして、この第1の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を回転移動させる（典型的にはチルト角を変更させる）ための加工に好ましい加工条件を選択し、この第2の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を平行移動させる加工に好ましい加工条件を選択して、これらから前記好適加工条件を決める。こうした方が良い理由は以下通りである。

【0029】第1の撮像装置に対して第2の撮像装置のチルト角がずれている場合、その影響は、撮像装置から深い画像に顕著に現れる。また、第1の撮像装置に対して第2の撮像装置が垂直方向や斜め方向にずれている場合、その影響は、撮像装置から近い画像に顕著に現れる。従って、上記のように第1および第2の評価パラメータに基づいて好適加工条件を決めると、広い距離範囲にわたってエビポーラインを合わせ易い好適加工条件を決めることができる。

【0030】なお、遠近画像の選択は、例えば、対応点探索で求めた各対応点から視差をそれぞれ求め、求めた視差に基づいて行なう。なぜなら、ステレオ画像法では、遠い画像についての対応点の視差は小さくなるから、近い画像についての対応点の視差は大きくなるから

である。そこで、視差が $\Delta 1 \pm \alpha$ となる画像部分は、遠い画像部分と見なし、視差が $\Delta 2 \pm \beta$ となる画像部分は、近い画像部分とみなすことで、遠近画像を選択する（但し、 $\Delta 1 < \Delta 2$ である。）。

【0031】また、この発明の実施に当たり、一度選択した好適加工条件で次々の第2の画像を加工してステレオ画像法を実施する最中にも、対応点探索精度に関する何らかのパラメータ（上記の評価パラメータであっても良い。）を監視するのが良い。然も、該パラメータが閾値より悪化した場合、本発明のエビポーラインの合わせ方法を再び実施して前記好適加工条件の見直しをするのが良い。こうすれば、何らかの原因でエビポーラインが経時的にずれた場合でも、直ぐに、エビポーラインを合わせることができる。

【0032】或いは、本発明のエビポーラインの合わせ方法を、決められた画像枚数ごとに実施するようにしても良い。こうすれば、本発明によるエビポーラインの合わせ方法が、適当な間隔で行われる。エビポーラインが経時的にずれた場合でも、ずれた状態は長くは続かないに修正される。

【0033】また、上述のエビポーラインの合わせ方法の発明の実施を容易にするために、以下の様な構成のステレオ画像装置を用意するのが好適である。

【0034】すなまち、被写体を撮像するための少なくとも第1および第2の撮像装置と、前記第1の撮像装置で撮像した第1の画像と前記第2の撮像装置で撮像した第2の画像との対応点を少なくとも探索する対応点探索装置とを具えるステレオ画像装置であって、以下の構成成分（A）～（E）を含むエビポーライン合わせ装置

30 を具えるステレオ画像装置を用意するのが好適である。

【0035】（A）第2の画像を任意の複数の加工条件で加工して複数種類の加工画像を作成する画像加工装置。ただし、加工画像には加工をしない第2の画像を含む場合があつてもよい。

【0036】（B）前記複数種類の加工画像それぞれと、前記第1の画像（基準画像）との対応点探索を、少なくとも2通りの探索条件によりそれぞれ行い、かつ、前記複数種類の加工画像ごとに前記少なくとも2通りの探索条件による探索結果を統合して、前記複数種類の加工画像ごとの最終探索結果を得る第2の対応点探索装置。

【0037】（C）前記複数種類の加工画像ごとに、前記最終探索結果で対応点と決定された画素それぞれについて基準画像の画素との特徴差をそれぞれ求めかつ該特徴差に基づいて前記複数の加工条件の評価パラメータを得る評価パラメータ算出装置。

【0038】（D）該評価パラメータに基づいて、前記複数の加工条件の中からエビポーラインが合つたとみなせる画像を与える好適加工条件を選択する加工条件選択装置。

【0039】(E) エビポーララインの合わせ動作時は、前記画像加工装置の加工条件を前記任意の複数の加工条件に設定し、エビポーララインの非合わせ動作時は、前記画像加工装置の加工条件を前記既存加工条件に設定する、加工条件設定装置。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの出願のエビポーララインの合わせ方法およびステレオ画像装置の実施の形態について併せて説明する。なお、以下の説明に用いる各図は、これらのが明確を理解できる程度に概略的に示してある。また、説明に用いる各図において、同様な構成については同一の番号を付して示し、その重複する説明を省略することもある。

【0041】1. 第1の実施の形態

#### 装置構成の説明

図1は、この第1の実施の形態のステレオ画像装置10の構成を示したブロック図である。

【0042】このステレオ画像装置10は、第1の画像装置としての左カメラ11と、第2の画像装置としての右カメラ13と、左画像記憶装置11aと、右画像記憶装置13aと、第1の対応点探索装置15と、距離画像記憶装置17と、この発明に係るエビポーラライン合わせ装置19とを具える。

【0043】左カメラ11および右カメラ13それぞれは、例えばCCDカメラにより構成されている。

【0044】左画像記憶装置11aは、左カメラ11が撮像した画像を格納する。右画像記憶装置13aは、右カメラ13が撮像した画像を格納する。いずれの画像記憶装置11a、13aも、画像の各画素のデータを、任意に読み書きできる任意好適な画像メモリで構成されている。

【0045】第1の対応点探索装置15は、この場合、左画像と、右画像であってエビポーラライン合わせ装置19の画像加工装置19aで好適加工条件で加工された右画像(詳細は後述する。)との対応点を探索する。この第1の対応点探索装置15自体は、従来公知のもので構成されている。例えば、上記の文献2に開示されている対応点探索手法を実施する装置など、任意好適な装置で構成されている。

【0046】距離画像記憶装置17は、画像の画素ごとに、画素値および距離情報を記憶する装置である。具体的には、例えば、第1の対応点探索装置で探索された対応点の情報から三角測量などの手法で距離情報を求め、これと画素値とを画素ごとに記憶する。この装置自体も、従来公知のもので構成できる。

【0047】次に、この発明に係るエビポーラライン合わせ装置19の構成について説明する。

【0048】このエビポーラライン合わせ装置は、簡単にいうと、右画像から、左画像に対してエビポーララインが合った画像を生成する装置である。そのため、この

第1の実施の形態の場合、画像加工装置19a、第2の対応点探索装置19b、評価パラメータ算出装置19c、加工条件選択装置19dおよび加工条件設定装置19eを具えている。これら構成成分19a～19eそれぞれは、ハードウェアまたはコンピュータプログラム等、任意好適な手段で構成することができる。以下、その機能について主に説明する。

【0049】画像加工装置19aは、右画像を複数の加工条件で加工して複数種類の加工画像を作成する。そして、これら加工した加工画像と、加工しない左画像とを第2の対応点探索装置19bに送出する。ただし、画像加工装置19aは、加工画像と共に、加工していない右画像自体も、第2の対応点探索装置に送出するのが好ましい。第2の画像自身がエビポーラ条件を満たしている場合もあり得るからである。

【0050】ここで、右画像の加工は、任意の条件、例えば種々の条件による回転、移動および倍率変換により行う。具体的には、第2の画像を、x軸およびまたはy軸に平行移動させた画像と、第2の画像を縮小および又は拡大したする画像(これはz軸に移動させたと等価)

と、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ という回転をさせた画像とできる。さらには、図2に示したように、第2の画像上の元々の画素(図中黒丸)のうちの隣接する画素の画素データから、画素間の1/2点や、1/3点の画素値や、4画素の中心の画素値を、演算により推定する等して、加工画像を作成するようにも良い。この演算とは、平均値計算や、所定の係数を用いた好適な計算など、任意の演算とすることができる。このような加工は、従来公知の画像加工手法で行うことができる。

【0051】また、加工画像の数は、任意の数と出来る。これに限られないが、例えば20～30水準の加工画像を作成する。

【0052】第2の対応点探索装置19bは、この実施の形態の場合、上記のように画像加工装置19aが作成した複数の加工画像と、左画像との間での対応点探索を行う。ただし、この発明の第2の対応点探索装置19bは、少なくとも2通りの探索条件で対応点探索をする。

【0053】図3(A)および(B)は、この2通りの探索条件の一例を説明する図である。この例では、左画像LGの中の1つのライン上の画素値Y1～YNとある加工画像KGの1つのライン上の画素値Y1～YNとを示してある。

【0054】この場合、左画像LGの一端であるY1側から順にY1～YNに対応する画素を、加工画像KGのY1側から順に探す(第1の探索条件)。また、左画像LGの他端であるYN側から順にYN～Y1に対応する画素を、加工画像KGのYN側から順に探す(第2の探索条件)。勿論、少なくとも2通りの探索条件は、図3を用いて説明した条件に限られず、他の任意好適な条件とすることができる。

【0055】また、対応点探索は、例えば、次のように行われる。加工画像KGの各画素値を、Y1からYnに順にみていく。そして、その時、加工画像LGの画素Y1～Yn中に、左画像LGの着目画素の画素値に対しても所定の許容値以内の画素値が出現したら、この画素を、前記着目画素の対応点であるとする。このよう、対応点探索を、上記の第1および第2の条件で行う。然も、複数種類の加工画像それぞれと、左画像との間でそれぞれ行う。

【0056】さらに、第1の対応点探索装置19bは、第1および第2の対応点探索条件それぞれで探索した結果を統合した結果を最終的な対応点探索結果とする。この最終的な対応点探索結果の決め方も、任意とできる。例えば、第1および第2の条件で同じ画素同士が対応点となつた場合、これら画素は最終的な対応点探索結果とする方法が挙げられる。すなわち、第1および第2の探索条件いずれで対応点探索をしても、例えば左画像の画素Y2と加工画像の画素Y6とは対応点であった場合、この画素同士は最終的な対応点結果となるという意味である。

【0057】第1および第2の探索条件で探索し、かつ、これらの結果を統合した結果を最終結果とすると、対応点の探索精度が向上する。これは、正しい対応点の場合は、探索条件が変わらっても対応点として検出され易く、一方、誤った対応点の場合は、探索条件が変わると、対応点とされにくくなることによる。

【0058】評価パラメータ算出装置19cは、複数種類の加工画像ごとに、最終探索結果で対応点と決定された画素それぞれについて基準画像の画素との特徴差をそれぞれ求め。さらに、この特徴差に基づいて前記複数の加工条件の評価パラメータを得る。

【0059】すなわち、左画像とある加工画像とで、n個の対応点が合った場合、n個の画素の組の画素値の差を特徴差として求める。同様にして、各加工画像ごとに各対応点の特徴差を求める。

【0060】次に、加工画像ごと、すなわち第2の画像を加工した加工条件ごとの評価パラメータを求める。この評価パラメータは、第2の画像を加工した複数の加工条件中から、エビポーララインを合わせるに好適な加工条件を選択できるパラメータとなるものであれば、特に限定されない。この実施の形態の場合は、上記の各加工画像ごとの特徴差の二乗の和を、対応点検出率で規格化した値を評価パラメータとしている。

【0061】すなわち、左画像とある加工画像とで、n個の対応点があった場合、各対応点の特徴差 $\delta$ を二乗し、かつそれらの総和 $\Sigma \delta^2$ を求める。そして、これを対応点検出率で正規化する。ただし、対応点検出率とは、対応点検出の対象とした画像の画素数をMとし、この画像から検出された対応点の数をnとした場合、 $n/M = S$ と与えられる値である。結局、この場合の評価パ

ラメータは、 $\Sigma \delta^2 / S$ である。

【0062】左画像と加工画像との対応点は、上述したように所定の許容値をもって決められているので、検出された対応点の中には誤った対応点も含まれている場合がある。しかし、正しい対応点程、上記の特徴差は小さくなり、誤った対応点程、特徴差は大きくなる。従って、上記の総和 $\Sigma \delta^2$ は、加工画像が正しい対応点を多く含むか否かの目安になる。また、この総和 $\Sigma \delta^2$ を対応点検出率で正規化しているので、複数種類の加工画像ごとの対応点数のばらつきに影響されることもなくなる。これらのことから、この実施の形態の評価パラメータは、加工条件を評価するパラメータとして好ましい。

【0063】加工条件選択装置19dは、評価パラメータ算出装置19cが抽出する各加工画像ごとの評価パラメータに基づいて、前記複数の加工条件の中からエビポーララインが合ったとみなせる画像を導く好適加工条件を選択する。具体的には、各加工画像ごとの上記の評価パラメータの中から、最小値を選択する。そして、この最小の評価パラメータが得られた画像加工条件が、前記画像加工装置19aに設定されている複数の加工条件のいずれであったかを調べる。

【0064】加工条件設定装置19eは、エビポーラライン合わせ装置19がエビポーララインを合わせる動作をする場合は、画像加工装置19aに、上述した複数の画像加工条件を設定する。また、加工条件選択装置19dが好適加工条件を示す信号を本装置19eに入力してきた場合は、該信号により指定される加工条件を、好適加工条件として、画像加工装置19aに設定する。

【0065】エビポーラライン合わせ装置19にエビポーララインを合わせる動作をさせるには、例えば、加工条件設定装置19eに制御信号入力端子21から、制御信号を入力する。この制御信号は、ステレオ画像装置10を使用する者が手動で入力しても良いし、又は、ステレオ画像装置自体が必要に応じて発生しても良い（後者の例は後の実施の形態で説明する。）。

【0066】上記のように好適加工条件が設定された画像加工装置19aは、その後は、右カメラから入力されてくる右画像をこの好適加工条件で加工し、この画像を右画像として、第1の対応点探索装置15に出力することになる。この好適加工条件で加工された画像は、左画像に対し、エビポーララインが合っていると見なせる画像である。そのため、カメラキャリブレーションをしたとの同様な効果が、右画像に対する処理のみで得られる。

【0067】従って、この出願のエビポーララインの合わせ方法およびステレオ画像装置の各発明によれば、從来より簡単にエビポーララインを合わせることができると。また、被写体の撮像中でも、エビポーララインを合わせることができる。

【0068】なお、画像加工装置19aに設定する複数

の画像加工条件は、一定である必要なく、入力画像に応じて変更しても良い。

【0069】また、静止画像についてエピボーララインを合わせる場合は、複数画面に對して本発明の処理、例えば対応点探索および評価パラメータ算出を行って、その平均値から好適加工条件を決めて良い。こうすると、偶発的にノイズが画面に乗った場合でも、このノイズの影響を軽減できるからである。

【0070】また、第2の画像を加工する加工条件は、上記の幾何学的な画像変換に限られない。たとえば、第2の画像の出力値を種々のレベルに変換するような加工条件、さらには、第2の画像のオフセット値を種々に変えて第2の画像を変換するような加工条件とする場合があっても良い。

【0071】このような出力レベルに関するパラメータを考慮した加工条件で加工画像を作成する場合、例えば以下のような効果が得られる。

【0072】対応点探索手法として、汎関数を最小にするような視差間数を求めるなどして対応点を求める方法を用いた場合、左右画像の出力レベルの差などに問わらず、今の画像状態で、汎関数を最小にするような視差間数を求めてしまう。すると、出力レベルなどが原因で対応点検出精度が低下する場合もある。これに対して、第2の画像の出力値やオフセット値を変更して複数種類の加工画像を作成し、本発明の方法を適用すると、左右画像間の出力レベルの整合がとれると考えられる。そのため、左右画像の出力レベルの差などに超因する対応点検出精度低下を改善できると考えられる。

### 【0073】2. 第2の実施の形態

第2の対応点探索装置19bで対応点探索を行う場合、左画像および加工画像それぞれの全画素同士で対応点探索を行っても勿論良い。しかし、この第2の対応点探索装置19bの目的は、各加工画像の左画像に対するエピボーラ条件が判定出来る程度に対応点を探索することにあるので、左画像および加工画像の一部分、具体的には数ライン分の画素同士で対応点探索をしても、良いといえる。この第2の実施の形態はその例である。

【0074】図4は、この第2の実施の形態のステレオ画像装置30の構成を示したブロック図である。ただし、第2の実施の形態の思想を第1の実施の形態の装置に適用した例である。

【0075】この第2の実施の形態のステレオ画像装置30の、第1の実施の形態との相違点は、画像加工装置19aと第2の対応点探索装置19bとの間に、画像選択装置19fを具えた点である。

【0076】この画像選択装置19fは、複数種類の加工画像および基準画像としての左画像それぞれから、画像の一部分である複数ライン分の画像を選択して第2の対応点探索装置19bに送る。該装置19fは、例えば、加工画像および基準画像それぞれの、所定の複数の

ライン分のみを後段に出力する論理回路で構成できる。

【0077】第2の対応点探索装置19bは、この選択された複数のラインの画像についてのみ、対応点探索を行う。そして、これで得られる各加工画像の最終探索結果に基づいて、各画像加工条件の評価パラメータを算出する。評価パラメータを算出する時の対応点検出率は、上記複数のライン内の画素数をmとし、対応点が得られた画素数をnとすると、 $n/m$ となる。それ以外は、第1の実施の形態と同様に各装置19a～19eは構成されている。

【0078】この第2の実施の形態では、左画像および加工画像それぞれの複数ライン分の画素を用いて対応点探索および評価パラメータを算出するので、全画素を用いる場合に比べて処理時間の短縮化、装置の簡略化が図れる。

【0079】3. 第3の実施の形態  
被写体によっては対応点の検出率が極端に悪いラインが存在することもある。例えば黒い被写体等のように特徴量が小さい被写体である。そのようなラインが第2の実施の形態で述べた複数のライン中に存在していた場合、そのまま評価パラメータを算出すると、正当な評価パラメータにならない場合が生じる。

【0080】一方、左画像に対してエピボーララインがっている加工画像、上記の複数のライン中には、対応点検出率の高いラインが含まれる。

【0081】そこで、左画像および加工画像それぞれの一部分である複数ラインの中から、対応点検出率が良い上位1又は複数本のみを用いて評価パラメータを算出しても良いといえる。この第3の実施の形態はその例である。

【0082】図5は、この第3の実施の形態のステレオ画像装置40の構成を示したブロック図である。ただし、この第3の実施の形態の思想を第2の実施の形態に適用した例である。

【0083】この第3の実施の形態のステレオ画像装置40の、第2の実施の形態との相違点は、第2の探索点検出装置19bと、評価パラメータ算出装置19cとの間に、上位ライン選択装置19gを具えた点である。

【0084】この上位ライン選択装置19gは、画像選択装置19fが選択した複数のラインの中から、対応点探索結果の良好な1又は複数のラインを選択するものである。具体的には、第2の対応点探索装置19bから得られる前記複数のラインごとの最終的な対応点探索結果を比較して、上位1又は複数のラインの結果を評価パラメータ算出装置19cに送る装置である。

【0085】評価パラメータ算出装置19cは、上位ライン選択装置19gから出力される上位のライン分の最終対応点結果に基づいて評価パラメータを算出する。それ以外は、第2の実施の形態と同様に各装置19a～19fは構成されている。

【0086】この第3の実施の形態では、左画像および加工画像それぞれの複数ライン分の画素を用いて対応点探索をし、そして、探索結果の悪いラインを除いた残りのラインの探索結果から評価パラメータ算出をするので、全画素を用いる場合に比べて処理時間の短縮化、装置の簡略化が図れることに加え、異常値を含むラインの影響を避けることができる。

#### 【0087】4. 第4の実施の形態

左カメラ11および右カメラ13からそれぞれ得られる画像は、一般には、多数階調の画像である。例えば、図6(A)に示した彼写5体11をカメラで撮像した場合の1ライン分の画像は図6(B)に示したように多数階調の画像である。なお、図6(B)および(C)それぞれにおいて、横軸は画素位置、縦軸は輝度レベルである。

【0088】しかし、第2の対応点探索装置19bの目的は、各加工画像の左対象に対するエピポーラ条件が判定出来る程度に対応点を探索することにあるので、左画像および加工画像の全階調(全画素)について対応点探索をせずに、1又は複数輝度の画像部分間で対応点探索をしても、良いといえる。例えば図6(B)の階調画像を数段～数10段の輝度レベルで表される図6(C)のような階調画像とし、この階調画像の1又は複数の輝度レベルに所属する画像部分のみを用いて対応点探索を行っても良いといえる。図6(C)では5.5～5.9が各階層の画像に当たる。以下、これらを第1～第3階層の画像と称す。

【0089】そこで、この第4の実施の形態では、以下の様な構成をとる。図7は、この第4の実施の形態のステレオ画像装置60の構成を示したブロック図である。

【0090】この第4の実施の形態のステレオ画像装置60の第1の実施の形態の相違点は、画像加工装置19aと第2の対応点探索装置19bとの間に、標本画像生成装置19hを具えた点である。

【0091】この標本画像生成装置19hは、基準画像としての左画像と、画像加工部19aで加工された各加工画像それぞれから同じ1又は複数の輝度レベルごとの標本画像を得る装置である。

【0092】この実施の形態の場合、この標本画像生成装置19hは、階調画像作成装置19haと、階調画像選択装置19hbとで構成してある。

【0093】この階調画像作成装置19haは、左画像および画像加工装置19aで加工された加工画像それぞれを10段階調～数10段階調の画像に変換する。これは、左画像及び各加工画像それぞれの各画素を、10段～数10段の輝度範囲で順次選別し、かつ、各輝度範囲の代表値に画素値を置き換えることで、実現できる。

【0094】階調画像作成装置19hbは、階調画像作成部19haが作成した階調画像の中から1又は複数の階調画像のみを選択する。これは、階調画像の中から、所定の輝度の画素のみを抽出することで行える。例えば、

図6(C)の例でいえば、例えば第1階層の画像5.5および第2階層の画像5.7を選択するというようなことである。

【0095】このように選択された1又は複数の階層の画像は、第2の対応点探索装置19bにに出力される。第2の対応点探索装置19bの対応点探索対象が、上記の階層の画像であることを除いて、第1の実施の形態と同様に各装置19a～19eは構成されている。

【0096】この第4の実施の形態では、左画像および加工画像それぞれの1又は複数のレベルの画像部分を用いて対応点探索をするので、全画素を用いる場合に比べて処理時間の短縮化、装置の簡略化が図れる。

#### 【0097】5. 第5の実施の形態

左右のカメラの視線が平行でかつ垂直方向(y方向)へのズレもない場合は、カメラと被写体との距離がいかなる場合でもエピポーララインが異なることはない。ところが、左右のカメラの視線が垂直方向にずれ、かつ、上下に傾いた場合(すなわちチルト角が0でない場合)、カメラからどの程度の距離に被写体を置くかによって、エピポーララインは異なる。これについて、図8を参照して具体的に説明する。

【0098】図8(A)および(B)は、カメラのチルト角を説明する図である。図中のz軸がカメラの視線である。チルト角が0度では、図8(A)に示したように、xy平面はz軸に対し垂直になる。そのため、xy平面のy軸に対する角度(チルト角)は0度である。一方、チルト角が0度でない場合は、図8(B)に示したように、xy平面はz軸に対し角度θを持つ。そのため、xy平面のy軸に対する角度(チルト角)はθとなる。

【0099】また、図8(C)は、左カメラCLと右カメラCRとが垂直方向(y方向)に△上ずれ、かつ、右カメラCRがチルト角θを持っている場合を示してある。

【0100】この図8(C)からも判るように、ステレオ画像法では、カメラから遠い位置に被写体を置いた場合は、エピポーララインをずらす大きな原因是左右カメラのチルト角の違いになる。また、カメラの近くに被写体を置いた場合は、エピポーララインをずらす大きな影響は、左右カメラの垂直方向のズレになる。これらは、換言すれば、左右カメラのチルト角を合わせたい場合は、カメラから遠い位置にある被写体の画像に本発明を適用した方が効果的であるといえ、また、左右カメラの垂直方向のズレを無くしたい場合は、カメラから近い位置にある被写体の画像に本発明を適用した方が効果的であるといえる。この第5の実施の形態はその例である。

【0101】そこで、この第5の実施の形態では以下の様な構成となる。図9はこの第5の実施の形態のステレオ画像装置70の構成を示したブロック図である。ここでは、第1の実施の形態の装置に、第5の実施の形態の

思想を適用した例である。

【0102】この第5の実施の形態の装置7 0の、第1の実施の形態との相違点は、画像加工装置1 9 aと第2の対応点探索装置1 9 bとの間に、遠近画像選択装置1 9 iを設けた点と、評価パラメータ1 9 cおよび加工条件選択装置1 9 dを一部変更した点である。

【0103】遠近画像選択装置1 9 iは、左画像および前記複数種類の加工画像をそれから、少なくとも被写体上第1および第2の撮像装置との距離が違いとみなせる画像部分および近いとみなせる画像部分をそれぞれ選択する。もちろん、他の距離範囲、例えば中間の距離範囲の画像部分を選択する場合があつてもよい。

【0104】遠近画像の選択は、例えば、対応点探索で求まつた各対応点から視差をそれぞれ求め、求めめた視差に基づいて行はるべし。なぜなら、ステレオ画像法では、近い画像についての対応点の視差は小さくなり、近い画像についての対応点の視差は大きくなるからである。そこで、視差のある値 $\Delta 1 \pm \alpha$ となる画像部分は、近い画像部分と見なし、視差がある値 $\Delta 2 \pm \beta$ となる画像部分は、近い画像部分とみなすことと、遠近画像を選択できる。ただし、 $\Delta 1 < \Delta 2$ である。

【0105】また、この第5の実施の形態の場合の評価パラメータ算出手段1 9 cは、評価パラメータとして、前記遠いとみなせる画像部分から第1の評価パラメータを求め、前記近いとみなせる画像部分から第2の評価パラメータを求める。

【0106】また、加工条件選択装置1 9 dは、この第1の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像のチルト角を変更(修正)する加工に好みしい加工条件を選択し、この第2の評価パラメータに基づいて、前記第2の画像を平行移動させる加工に好みしい加工条件を選択する。結局、第2の画像を回収させる条件および平行移動させる条件を、それぞれ別の画像部分から決定して、これらから最終的に好適加工条件が求められる。それ以外の構成は、第1の実施の形態と同様で良い。

【0107】この第5の実施の形態では、左右カメラの平行方向のずれとチルト角のずれとを、それらの修正に好適な画像部分を用いてそれぞれ行える。そのため、広い範囲に渡って左右画像のエピポーラーラインを合わせることができる。然も左右カメラの平行方向のずれと、チルト角のずれとを修正する作業が並列的に効果的に行える。

【0108】6. 第6の実施の形態

この発明では、既に説明した様に、エピポーラーライン合わせ装置1 9 dで好適加工条件が選択された後は、この好適加工条件で第1の画像を加工し、その画像を第2の画像とみなして第1の対応点探索装置1 5に投入する。しかし、この好適加工条件も、長期間に渡って好適加工条件とは限らない。左右カメラの幾何学的な位置等が経時的にずれる等により、エピポーラーラインが変わる場合があ

るからである。

【0109】この対策のため、この第6の実施の形態では、好適加工条件で加工された加工画像と基準画像である左画像との対応点探索精度に関する何らかのパラメータを監視しておく。そして、該パラメータが閾値より悪化した場合、本発明のエピポーラーラインの合わせ方法を再び実して好適加工条件の見直しをする。

【0110】なお、対応点探索精度に関する何らかのパラメータは、特に限定されないが、例えば、上述した評価パラメータとするのが良い。

【0111】この第6の実施の形態の実施を容易にするために、以下の様な構成のステレオ画像装置を用意するのが良い。図10は、第6の実施の形態のステレオ画像装置8 0の構成を示したブロック図である。ただし、この第6の実施の形態の思想を、第1の実施の形態に適用した例を示してある。

【0112】この第6の実施の形態の装置8 0の、第1の実施の形態との相違点は、監視・起動装置1 9 jを具えた点である。

【0113】この監視・起動装置1 9 jは、第2の撮像装置1 3が次々と撮像する画像を画像加工装置1 9 aが前記好適画像加工条件で加工している場合に、動作する。そして、前記好適加工条件で加工された加工画像と左画像との対応点探索精度に関する何らかのパラメータを監視する。このパラメータをこの実施の形態では、評価パラメータ算出装置1 9 cが送出する評価パラメータとする。そのため、この実施の形態では、監視・起動装置1 9 jは、評価パラメータ算出装置1 9 cの出力に接続してある。この監視・起動装置1 9 jは、このパラメータが閾値より悪化した場合に、その旨の信号を加工条件設定装置1 9 eの制御信号入力端子2 1に送出する。これに応じて、画像加工装置1 9 aに、第2の画像を加工する条件として、複数の加工条件が設定される。そして、エピポーラーライン合わせ装置1 9 gは再起動する。そのため、エピポーラーラインの合わせ動作が開始された後、第1の対応点探索装置1 5への出力は停止される。

【0114】なお、上記の閾値は、第1の対応点探索装置で対応点探索に支障がでるような値未満の適正な値に、予め決めておく。

【0115】エピポーラーラインの合わせ動作で新たな好適加工条件が選択されると、画像加工装置1 9 aはこの新たな好適加工条件で今後の右画像を加工して、これを第1の対応点探索装置1 5に左画像と共に送出する。

【0116】この第6の実施の形態では、エピポーラーラインがずれたか否かを常時監視でき、そして閾値を超えた場合はエピポーラーラインの合わせを直ちに行なうことができる。

【0117】7. 第7の実施の形態  
この発明のエピポーラーラインの合わせ方法は、第2の画像(右画像)が入力されることに実施しても良いし、ま

たは、第6の実施の形態の如く一度合わせた後は、監視機能で監視において閾値を越えたらエビポーララインの合わせ動作をするようにしても良い。

【01118】しかし、ステレオ画像装置によっては、防振台を用いたり、左右カメラの位置あわせをした後はこれらカメラを半固定状態にする等してエビポーララインのズレを生じにくくした構造のものもある。従って、もっと簡便的にエビポーララインの合わせを行える場合もある。また、入力画像ごとにエビポーララインの合わせ動作を行うと、ステレオ画像装置の処理速度を低下させる。また、装置を簡略化するうえでは、監視・起動装置はない方が良い場合もある。

【01119】そこで、この第7の実施の形態では、この発明のエビポーララインの合わせ方法を、決められた画像枚数ごとに実施する。すなわち、定期的に間欠的に実施する。例えば、5枚の画像置きに行う等である。何枚ごとに実行するかは、任意に決めてよい。このような処理は、カメラが画像を取り込む枚数を例えばカウントで監視において、所定枚数ごとに、エビポーラライン合わせ装置19を起動するようにして実現できる。

【01120】この第7の実施の形態では、例えば、5枚の画像置きにエビポーララインの合わせを行える。すると、入力画像ごとに本発明のエビポーララインの合わせ方法を実施する場合に比べて、処理時間は5倍かかっても良いことになる。なぜなら、5枚の画像が処理される間に、次の5枚の画像の加工に好適な加工条件を選択しておけば良いからである。

【01121】ステレオ画像装置は、並列処理可能なコンピュータで構成されることが多い。この第7の実施の形態の場合は、この種のコンピュータの並列処理数を減らせるし、また、回路構成を低コストにできるので、ステレオ画像装置の簡略化および低コスト化が図れる。

【01122】上述においてはこの出願の各発明の実施の形態について説明した。しかし、この出願の各発明は上述の実施の形態に何ら制限されるものではなく、多くの変形および変更を行うことができる。

【01123】例えばこの出願の各発明は、上述の第1～第7の実施の形態を任意に組み合わせた構成としてもよい。具体的には、第2の実施の形態の装置に、第4の実施の形態の標本画像生成装置19h、または第5の実施の形態の遠近画像選択装置19i、または第6の実施の形態の監視・起動装置19j、または第7の実施の形態の決められた画像枚数ごとにエビポーララインを合わせする装置を組み合わせた装置としても良い。または、第2の実施の形態の装置に、第4の実施の形態の標本画像生成装置を組み合わせ、さらに、これに、第6の実施の形態の監視・起動装置、または、第7の実施の形態の決められ

た画像枚数ごとにエビポーララインを合わせる装置を組み合わせた装置としても良い。または、第2の実施の形態の装置に、第5の実施の形態の遠近画像選択装置を組み合わせ、さらに、これに、第6の実施の形態の監視・起動装置、または、第7の実施の形態の決められた画像枚数ごとにエビポーララインを合わせる装置を組み合わせた装置としても良い。これら各組み合わせの装置では、各構成成分の相乗効果が得られる。

【01124】また、この出願の各発明は3眼以上のステレオ画像法に対しても適用することができる。

【01125】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この出願のエビポーララインの合わせ方法によれば、第2の画像を種々の条件で加工して複数の加工画像を作成する。次に、これら複数種類の加工画像と基準画像(第1の画像)との対応点探索を少なくとも2通りの探索条件でそれぞれ探索し、さらにそれらの結果を統合して、各加工画像ごとの最終的な対応点探索結果を得る。次に、この結果に基づいて各加工画像ごとの評価パラメータを求め、該評価パラメータが最も良かった加工条件で、今後の右画像を加工してこれを右画像とみなす。

【01126】このため、この発明によれば、撮像装置を移動することなく、エビポーララインを合わせたと同様な効果が簡易に得られる。然も、この効果は、被写体を撮像している最中にも得られる。

【01127】また、この出願のステレオ画像装置によれば、被写体を撮像するための少なくとも第1および第2の撮像装置と、前記第1の撮像装置で撮像した第1の画像と前記第2の撮像装置で撮像した第2の画像との対応点を少なくとも探索する第1の対応点探索装置とを具えるステレオ画像装置において、所定の、画像加工装置と、第2の対応点探索装置と、評価パラメータ算出装置と、加工条件選択装置と、加工条件設定装置とを含むエビポーラライン合わせ装置をえる。

【01128】そのため、この出願のエビポーラライン合わせ方法の発明を容易に実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】画像加工条件の一例の説明図である。

【図3】2通りの対応点探索条件の一例の説明図である。

【図4】第2の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図5】第3の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図6】第4の実施の形態の説明図であり、標本画像を得る処理の説明図である。

【図7】第4の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図8】第5の実施の形態の説明図であり、遠近画像部分を用いる理由の説明図である。

【図9】第5の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図10】第6の実施の形態のステレオ画像装置の構成を示すブロック図である。

【図11】エビポーラーラインを説明する図である。

【符号の説明】

11: 左カメラ (第1の撮像装置)

13: 右カメラ (第2の撮像装置)

15: 第1の対応点探索装置

19: エビポーラーライン合わせ装置

\* 19 a: 画像加工装置

19 b: 第2の対応点探索装置

19 c: 評価パラメータ算出装置

19 d: 加工条件選択装置

19 e: 加工条件設定装置

19 f: 画像選択装置

19 g: 上位ライン選択装置

19 h: 標本画像生成装置

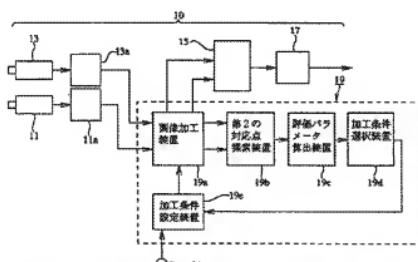
19 ha: 階調画像作成装置

10 19 hb: 階調画像選択装置

19 i: 遠近画像選択装置

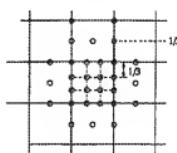
19 j: 監視・起動装置

【図1】



第1の実施の形態の説明図

【図2】



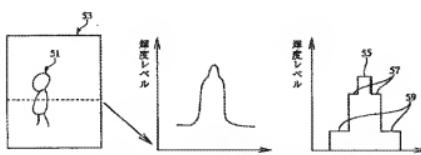
測定加工条件の一例の説明図

【図6】

(A)

(B)

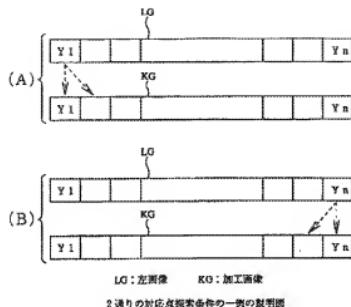
(C)



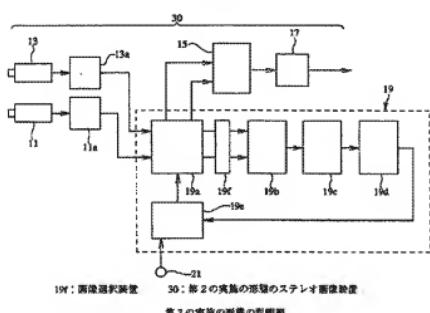
51: 撮写体 53: カメラ 55: 第1階層の画像  
 57: 第2階層の画像 59: 第3階層の画像

第4の実施の形態の説明図

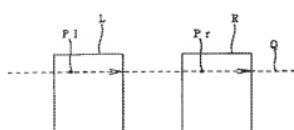
【図3】



【図4】

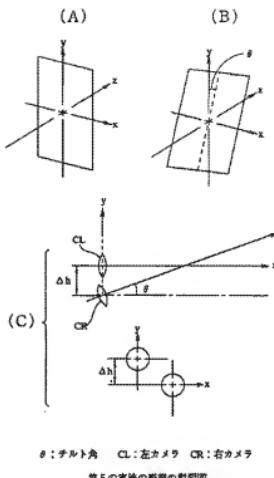


【図11】

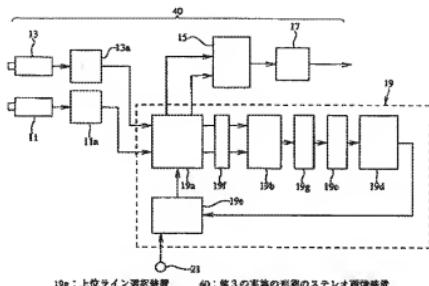


エピポーララインを説明する図

【図8】

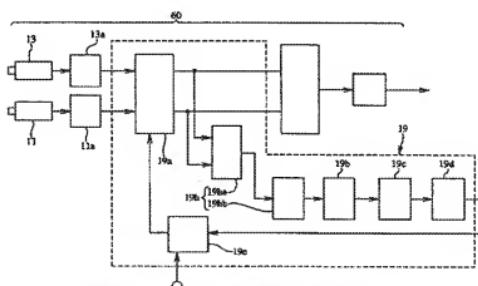


〔図5〕



### 第3の実施の問題の説明

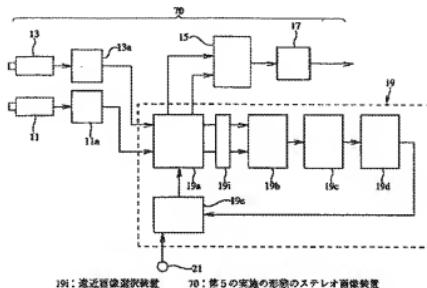
【图7】



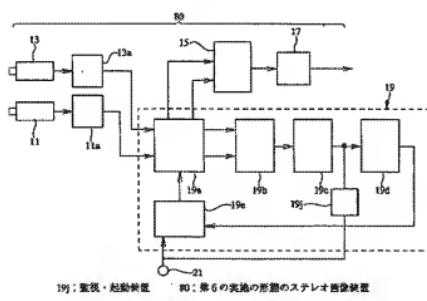
15ba : 標本画像生成装置 15baa : 隔離画像作成装置 15bab : 隔離画像選択装置  
60 : 第4の客体の配置のスケア画像装置

#### 第4の実施の影響の適用面

【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.\*  
G 06 T 7/60

識別記号

F I  
G 06 F 15/70

350Z